

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020



TRABAJO FIN DE GRADO ENFERMERÍA

EL USO DEL CITRATO CON RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS

Autor: Royvic Alberto Huamán Sánchez

Tutora: Asunción Domínguez Conde

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE	2
2.	ABREVIATURAS	3
3.	RESUMEN	4
	PALABRAS CLAVE: HEMODIÁLISIS, CITRATO, BENEFICIOS.....	4
4.	INTRODUCCIÓN	5
4.1.	ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL	5
4.1.1.	Epidemiología y definiciones	5
4.1.2.	Impacto social y/o económico del problema	7
4.1.3.	Interés profesional que tiene el problema de estudio.....	7
4.2.	JUSTIFICACIÓN.....	8
4.3.	OBJETIVOS.....	8
5.	METODOLOGÍA	9
6.	DESARROLLO	11
6.1.	RESULTADOS	11
	• EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE	11
	• CALCIO	13
	• MAGNESIO.....	13
	• EFICACIA DIALÍTICA	14
	• COAGULACIÓN	15
	• INFLAMACIÓN	16
	• DAÑO CELULAR Y TOXINAS URÉMICAS.....	17
	• ESTABILIDAD HEMODINÁMICA	19
	• ESCALAS.....	20
	• RIESGO DE MUERTE	21
	• CALIDAD DE VIDA	22
	• NUTRICIÓN	22
6.2.	DISCUSIÓN	23
7.	CONCLUSIONES	25
8.	BIBLIOGRAFÍA	26
9.	ANEXOS	32

2. ABREVIATURAS

- **LD:** Líquido de diálisis
- **HD:** Hemodiálisis
- **LDC:** Líquido de diálisis con citrato
- **ERCA:** Enfermedad Renal Crónica Avanzada.
- **pCO₂:** Presión de dióxido de carbono
- **LDA:** Líquido de diálisis con acetato
- **Ca:** Calcio
- **Cai:** Calcio iónico
- **PTH:** Hormona paratiroidea
- **IL-6:** Interleucina 6
- **IRE:** Índice de resistencia a la eritropoyetina
- **ADNmt:** ADN mitocondrial
- **PTX-3:** Pentraxina- 3
- **PBMC:** Células mononucleares de sangre periférica
- **ICAM-** Moléculas de adhesión intercelular

3. RESUMEN

El uso del citrato en el líquido de diálisis (LD) puede contribuir significativamente a mejorar la hemodiálisis (HD), la eficacia dialítica, el estado ácido-base, la situación hemodinámica y la calidad de vida del paciente.

Se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica con inclusión de artículos de diferentes revistas, años y países, para encontrar cuando y como utilizar el citrato y el acetato, diferencias entre ambos, relación con efectos/beneficios a largo plazo, menor trombogenicidad e inflamación, aumento en el aclaramiento y mejora de la nutrición. El uso de Citrato puede cambiar los parámetros fisicoquímicos del dializado, permitiendo una mejora importante de la hipotensión sintomática en pacientes con tratamiento de HD.

Los profesionales de enfermería suponen un gran potencial en las intervenciones a los pacientes, familia y entorno. La Educación Sanitaria, englobando información correcta y formación en conocimientos y habilidades, resulta fundamental en la resolución de problemas y en la toma de decisiones. La corrección de hábitos poco saludables que influyan en una mejora del estado nutricional, la calidad de vida y la disminución de factores de riesgo requieren de una atención sanitaria excelente basada en la mejor evidencia científica.

Actualmente, no hay grandes efectos adversos relacionados con el uso del citrato en pacientes con tratamiento de HD, pero son necesarios más estudios prospectivos y cruzados sobre la eficacia del uso de este acidificante en el tratamiento para justificar el cambio completo por el acetato.

Palabras clave: Hemodiálisis, citrato, beneficios

ABSTRACT

The citrate dialysate can significantly contribute to improve hemodialysis and it's efficiency, acid-base status and hemodynamic, as well as the low quality of life.

We have carried out a bibliographic search in which we have included articles from different journals, years and countries to found differences between when the situation in which they used a dialysate with citrate and the one in which they used, like a lower thrombogenicity, inflammation, improvement in clearance and nutrition. Citrate could change physicochemical parameters of dialysate, allowing important improvement of symptomatic hypotension in hemodialysis patients.

Nurses have a great potential to intervene on the patients, informing them correctly, clarifying their doubts, and supporting them in decision-making, in order to provoke a correction if an unhealthy dietary habit to improve their nutritional status, increase the quality of life and decrease the risk of death. To do this, we must find the best treatment to avoid secondary effects and allow the nurse to improve her care and the clinical practice guideline.

Currently, there are no several adverse effects related to the use if citrate in patients with hemodialysis, but we need more prospective and cross-over studies on the efficiency of the use of this treatment to justify it's the change by acetate.

Keywords: Hemodialysis, citrate, benefits.

4. INTRODUCCIÓN

4.1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL

4.1.1. Epidemiología y definiciones

La enfermedad renal crónica se define como la alteración de la estructura y función renal causada por un conjunto de enfermedades heterogéneas¹, siendo la diabetes, la hipertensión arterial, la enfermedad glomerular y la enfermedad renal poliquística las que representan las principales causas de la enfermedad. Destacando las dos primeras como las responsables de dos tercios de los casos².

El funcionamiento alterado de los riñones requerirá un tratamiento que sustituya su función y mantenga vivo al paciente. En la actualidad se disponen de dos tipos: la diálisis y el trasplante de riñón³.

Existen dos modalidades de diálisis: hemodiálisis y la diálisis peritoneal. La primera puede ser hospitalaria o domiciliaria, y la segunda se plantea siempre como domiciliaria, con una educación sanitaria y entrenamiento previo en el ámbito hospitalario³.

La HD consiste en un tipo de tratamiento sustitutivo renal que permite eliminar del organismo las toxinas urémicas y el exceso de líquido acumulado mediante los procesos de difusión y ultrafiltración de la sangre, que se efectúan a nivel del dializador (membrana semipermeable) de la máquina de hemodiálisis⁴.

El LD es un elemento esencial en la diálisis, ya que durante la misma se producen distintas transferencias entre líquido y paciente. Por ello, la composición física, microbiológica y química es sumamente importante para el éxito del tratamiento⁵. Desde el punto de vista técnico, para evitar la precipitación de carbonato cálcico y magnésico que se produce en el LD al añadir bicarbonato, es necesario añadir un ácido. El ácido usado habitualmente es el acético en unas concentraciones entre 3 y 10 mmol/L. Esta pequeña cantidad provoca que se transfiera acetato al paciente durante la HD, elevando su concentración en sangre, ya que el LD posee unas concentraciones 30-40 veces superiores el valor fisiológico en sangre (0,1 mmol/L).

El citrato es la base del ácido cítrico, un ácido orgánico débil, cuya forma dominante a pH fisiológico es el citrato trivalente C_3H_5 , con una vida media de 30-60 minutos. El metabolismo es principalmente hepático y también muscular; el citrato se introduce en la célula por unas proteínas transportadoras donde pasa a la mitocondria para que el ciclo de Krebs se convierta en isocitrato y posteriormente en alfa-cetoglutarato, metabolizándose para generar bicarbonato y energía. Produciéndose por lo tanto una conversión rápida de citrato en bicarbonato, con una diferencia fundamental con el acetato basada en que la metabolización del primero es incompleta durante la diálisis, ya que el metabolismo hepático y muscular se realiza después de finalizar la técnica.

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

Además hemos de tener en cuenta que existen pacientes que son metabolizadores rápidos y lentos, dependiendo de la función hepática y de la masa muscular.

El LD con citrato (LDC) fue desarrollado para mejorar la biocompatibilidad sustituyendo el ácido acético por otro más fisiológico⁷. Aunque tradicionalmente se usara el acético, en la última década el citrato se introdujo como un agente acidificante alternativo, con varios efectos beneficiosos, incluida la mejora de la inflamación⁸ y la menor formación de coágulos en la membrana de diálisis⁹. Se han descrito varios efectos beneficiosos a largo plazo con relación al citrato, como una menor trombogenicidad, la mejoría de los aclaramientos, de la inflamación, de la nutrición, de la tolerancia y del control ácido-base con menor acidosis prediálisis.

En base a los datos de los diferentes estudios realizados sobre el acetato en el tratamiento de HD, y de otros posteriores donde se ha retirado este acidificante o se ha intentado modificar el LD de otra forma, se empezó a investigar un acidificante que en estudios in vitro dio buenos resultados. Es por esto, por lo que no se consideró necesario el cambiar los niveles de bicarbonato que presenta el LD. En España se usa el LD con 1mmol/L de citrato⁶.

En pacientes a los que se les administra citrato como anticoagulación regional y en aquellos en HD que presentan una función hepática y estable se usan valores en el LD de 1 mmol/L. En cambio, aquellos que presentan insuficiencia hepática, se ha de vigilar los resultados analíticos debido a que el aclaramiento de citrato se reduce en un 50%¹⁰.

La enfermedad cardiovascular es una de las causas más comunes de muerte entre los pacientes de diálisis con una tasa de mortalidad de 10-20 veces mayor en los pacientes en tratamiento de HD. La inflamación y el estrés oxidativo se han identificado como factores de riesgo específicos para desarrollar un problema cardiovascular. El uso del citrato de calcio inhibe la coagulación del complemento, además puede reducir la respuesta inflamatoria inducida por el tratamiento¹¹.

El citrato también puede reducir el estrés oxidativo al producir una quelación de los cationes multivalentes como el magnesio, el hierro y el cobre. Se ha estudiado que el citrato puede restaurar los niveles de glutatión mitocondrial y disminuir los marcadores de daño celular, además de la formación de radicales libres. En diversos estudios se observa como el citrato puede favorecer una mejora del aclaramiento, reduciendo la obstrucción del dializador en comparación con el acetato¹¹.

4.1.2. Impacto social y/o económico del problema

La enfermedad renal crónica es una de las patologías crónicas más prevalentes en España, afectando a cerca del 10% de la población¹². Además, está considerada una enfermedad de alto impacto económico, ya que los tratamientos renales sustitutivos representan entre el 2,5% y el 3% del presupuesto del SNS¹².

Los últimos datos recogidos muestran que en España, 55.000 pacientes¹² (0,12% de la población del país) reciben un TRS, siendo el más empleado el trasplante, con un 52,5% de pacientes tratados, seguido de un 42% en tratamiento de HD y un 5,5 % en diálisis peritoneal, cuyo uso se está potenciando.

A pesar de que se inicie un tratamiento concreto, a lo largo de la vida del paciente éste se puede variar en función de sus necesidades y su entorno. Por lo que es necesario seguir los estudios más actualizados, con la finalidad de aumentar la calidad de vida del paciente y disminuir el importe total de costes indirectos por morbilidad, donde la HD gasta más de 10 millones adicionales que otras técnicas de TRS¹³. (TABLA 1)

En España está comercialmente disponible con una concentración de ácido cítrico de 2,4 mEq/L junto con acético 0,3 mEq/L (Citrasate)

4.1.3. Interés profesional que tiene el problema de estudio

El tratamiento de estos pacientes se desarrolla desde el servicio de nefrología, destacando las consultas de enfermedad renal crónica avanzada (ERCA), donde los pacientes reciben la información y el tratamiento necesario para retrasar el progreso de su enfermedad, además de la información precisa y adecuada para la elección del tratamiento renal sustitutivo y la preparación para su inicio¹².

Si la elección es HD en centro, el tratamiento se recibe habitualmente en el hospital o en un centro especializado, generalmente tres veces por semana. Los profesionales de enfermería se encargan de llevar a cabo el tratamiento y de gestionar con el paciente una educación continuada del progreso de su enfermedad acorde a las prescripciones clínicas pautadas por el nefrólogo¹².

4.2. JUSTIFICACIÓN

El uso de un ácido ha sido indispensable para evitar la precipitación de carbonato cálcico y magnésico que se produce en el líquido de diálisis al añadir bicarbonato.

El más utilizado en la práctica clínica es el acético, teniendo diversas complicaciones valoradas en diferentes estudios, de las cuales destaca la inestabilidad hemodinámica durante la Hemodiálisis.

En la última década se han realizado estudios científicos experimentales y ensayos clínicos metacéntricos, sobre los beneficios del citrato en el líquido de diálisis con el fin de buscar una alternativa más efectiva para acidificar el líquido de diálisis sin utilizar el acetato.

El ácido más destacable es el citrato por sus efectos clínicos más controlados y la disminución de los efectos adversos que presenta. Pero hasta estos últimos años, no se habían realizado estudios en pacientes en las Unidades asistenciales de hemodiálisis.

Por ello este trabajo pretende englobar, en un marco de acción específico, una revisión bibliográfica donde el beneficio-riesgo de este nuevo ácido sea potencialmente mayor que el uso del acetato, tanto en sus efectos puramente teóricos como en la práctica asistencial desarrollada por enfermería. Demostrando que el uso del citrato mejora la calidad de vida del paciente al disminuir efectos adversos durante la hemodiálisis, tales como la hipotensión, además de una mejora en la sintomatología postdiálisis.

Se busca impulsar la investigación tanto de los posibles beneficios aún no descubiertos como de la disminución del riesgo en los tratamientos a nuestros pacientes con el uso de este ácido, siendo un reto del sistema sanitario.

4.3. OBJETIVOS

General

El objetivo de este TFG es efectuar una revisión bibliográfica de los beneficios teórico/clínico del uso del citrato con respecto al acetato en el líquido de diálisis.

Específicos

- Dar a conocer cómo la diálisis con citrato puede conseguir un mejor control del equilibrio ácido base disminuyendo o evitando la alcalemia postdiálisis.
- Resaltar el papel que tiene el paciente con factores predisponentes como arritmias, insuficiencia respiratoria, retención de carbónico y calcificaciones.
- Exponer la importancia tanto para enfermería como para el propio paciente del menor número de hipotensiones arteriales sintomáticas.

5. METODOLOGÍA

Tipo de estudio y fuentes de información

Para realizar esta revisión bibliográfica se ha desarrollado una búsqueda de artículos que analizan el tema del uso del citrato y el acetato en la hemodiálisis.

Se han utilizado bases de datos como PubMed, Cinahl, Dialnet, Medes y Enfispo. El gran número de artículos encontrados con los términos hemodiálisis o acetato obligó a realizar una búsqueda más rigurosa.

Criterios de selección

Los márgenes utilizados que permitieron realizar un cribado han sido: relevancia de la información, publicaciones con acceso a texto completo, con o sin resumen disponible, escritas en inglés, español y alemán.

No se han aplicado límites de edad a partir de pacientes mayores de 18 años, ni separación entre género masculino o femenino.

La mayoría de los estudios utilizados han sido publicados en los últimos 5 años. No obstante, se ha ampliado este intervalo de tiempo hasta los 10-15 años de antigüedad de la publicación desde el presente, para poder incluir determinadas publicaciones en las que se pueda observar la evolución de estos estudios con el fin de realizar una revisión completa del tema seleccionado.

La búsqueda de la literatura utilizada se realizó entre el 1 de Diciembre de 2019 y el 1 de Abril de 2020.

Criterios de inclusión y exclusión

Como criterios de inclusión se utilizaron:

- Estudios en paciente tratados con hemodiálisis.
- Estudios en pacientes con su propio riñón y en aquellos trasplantados.
- Estudios comparativos del citrato y el acetato.

Como criterios de exclusión se utilizaron:

- Estudios en pacientes tratados con diálisis peritoneal y diálisis peritoneal automatizada
- Estudios en pacientes con hemodiálisis domiciliaria por la escasa literatura encontrada.
- Estudios del uso del citrato en cualquier ámbito que no sea el líquido de diálisis

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

Estrategia de búsqueda

El uso de los descriptores utilizados varía de una base de datos a otra:

Los términos utilizados fueron: "Hemodialysis" "Acetic acid" "Citrate" .Los operadores booleanos empleados fueron: "AND" y "OR" a su vez del uso de las comillas ("").

Los estudios seleccionados presentan un número considerable de citas y casi todos fueron publicados en revistas con un índice de impacto presente en el primer cuartil (Q1/Q2/Q3).

Se realizaron otras búsquedas con el uso de la técnica de la bola de nieve ("snowballing"). Identificando artículos útiles para este trabajo a través de las referencias de los extraídos inicialmente de las bases de datos.

<u>Base de datos</u>	<u>Descriptores</u>	<u>Resultados obtenidos</u>	<u>Seleccionados para el trabajo</u>
Cinahl	Hemodialysis And acetic acid	32	12
PubMed	Hemodialysis AND acetic acid OR citrate	15	11
Dialnet	(Acetate OR citrate) AND Hemodialysis	12	10
Enfispo	Hemodiálisis	30	4
Medes	Hemodiálisis AND citrate	6	4

El resto de artículos al no aparecer en las bases de datos que se utilizan normalmente en la Universidad Complutense de Madrid, se recurrió a buscarlos por sus referencias de libre acceso.

6. DESARROLLO

6.1. RESULTADOS

El LD es un elemento esencial en la diálisis debido a que durante la misma se producen distintas transferencias entre líquido y paciente. La mayoría de las HD que se realizan actualmente son de alto flujo (80-90%), por lo que se precisa un LD de características ultrapuras para el éxito del tratamiento. El LD necesita bicarbonato, agua purificada y un concentrado de ácido. Actualmente en el mercado existen composiciones acidificantes únicamente de citrato, acetato o una mezcla de ambas¹⁴. (TABLA 2)

La elección clínica de una composición sobre otra ha de ser lo más rigurosa e individualizada posible en base a los datos que esta revisión bibliográfica aporta.

EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE

El aporte de bicarbonato durante la HD puede provocar una alcalemia aguda, teniendo repercusiones clínicas que se han relacionado con efectos adversos como⁶:

- Inestabilidad hemodinámica.
- Arritmias cardíacas.
- Parestesias- calambres.
- Disminución del flujo sanguíneo cerebral, depresión respiratoria.
- Cefalea y un efecto procalcificante.

La corrección de la acidosis metabólica interdiálisis es otro de los objetivos en el tratamiento de la enfermedad crónica, para conseguirlo se aporta bicarbonato durante la sesión. La concentración óptima del mismo debería ser aquella que prevenga la acidosis metabólica interdiálisis, evitando la alcalosis intra y posthemodiálisis⁶. La acidosis severa previa a la HD puede contribuir a la pérdida de energía proteica y mayores cambios de electrolitos intradiálisis y, por lo tanto a una mayor mortalidad¹⁵.

Para ello es necesario añadir un ácido, el LDC provoca una disminución del cambio de pH interdiálisis dando valores más altos de pH en la pre-HD que los concentrados con acetato¹¹.

El acetato después de ser metabolizado aporta 2 a 8 mEq/L adicionales de bicarbonato al tratamiento, lo que puede favorecer un desarrollo de los problemas clínicos nombrados. En un comunicado de seguridad emitido por la Administración de Drogas y alimentos de EE.UU., se informó del impacto del acetato y de la necesidad de empezar a tener en cuenta otros medios para acidificar el LD¹⁶.

En los estudios realizados hasta el momento se observa que los niveles de bicarbonato al final de la HD fueron significativamente más bajos en el LDC, dando como resultado la disminución e incluso la inexistencia de alcalemia pos-HD⁷.

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

El LDC dio un pequeño pero significativo aumento en el exceso de bases posterior a la HD, aunque no detectaron ninguna tendencia ascendente con el tiempo¹¹. La presión de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) fue menor en la interdiálisis en el uso del LDC, mientras que la $p\text{CO}_2$ posterior a la hemodiálisis fue similar con el líquido de diálisis con acetato (LDA) que con el LDC¹¹.

Los mecanismos secundarios a la alcalosis metabólica inducida por un bicarbonato elevado en la HD provocan diferentes efectos adversos. Un cambio brusco en el bicarbonato sérico impulsa el potasio del espacio extracelular al intracelular, derivando en el desarrollo de arritmias cardíacas. El LDC ha demostrado controlar estos niveles de bicarbonato dializado y en plasma, pudiendo asociarlo a una disminución de la prolongación del intervalo QT en los electrocardiogramas posteriores a la HD tratada con LDA, la cual realizaba una corrección forzada de la acidosis urémica¹⁷. Aunque no exista un límite de riesgo aceptado por unanimidad con respecto a la duración del intervalo QT, el citrato se mantiene por debajo del valor de 440 milisegundos generalmente se considera el máximo sin riesgo, un aumento de hasta 30 milisegundos comúnmente conlleva un riesgo bajo de arritmias, un aumento entre 30 y 60 milisegundos, que es donde se encuentra el acetato, conlleva un riesgo real de arritmias, y un aumento mayor de 60 milisegundos representa un alto riesgo de arritmias ventriculares como la Torsade de Pointes¹⁸.

La alcalosis posterior a la HD puede provocar una precipitación de fosfato de calcio en los tejidos blandos, incluyendo las paredes de los vasos, especialmente en presencia de niveles elevados de calcio en suero, como es el caso de los pacientes que se encuentran en tratamiento con vitamina-D, contribuyendo a la patogénesis de la enfermedad cardiovascular. El citrato proporciona un mecanismo que contribuye a la asociación entre un bicarbonato de dializado controlado previniendo estos efectos secundarios cardiogénicos y una protección frente a las infecciones¹⁶.

De hecho, la influencia de la alcalosis para reducir el Calcio ionizado (Ca_i) se conoce desde hace un tiempo, por lo tanto, los efectos sobre el Ca_i de usar un baño de diálisis de bicarbonato alto son más intensos cuando el calcio (Ca) en el baño de diálisis es más bajo¹⁷.

Finalmente, la vasodilatación mediada por la alcalosis puede contribuir a una inestabilidad hemodinámica¹⁶. Por eso el uso del citrato es tan importante para prevenir todos estos efectos adversos.

CALCIO

En la práctica clínica, las guías KDIGO proponen concentraciones de Ca en el LD entre 1,25 y 1,50 mM, con la base teórica de que una concentración de 1,25 mM supone un balance de calcio neutral¹⁹.

El citrato es un quelante del Ca usado por su efecto anticoagulante al disminuir el calcio iónico alrededor de un 10%⁶.

Muchos autores recomiendan la suplementación de CA al LDC para compensar el déficit que presenta el citrato, con una concentración superior (0,15 – 0,25 mmol/L) a la del LDA se solventaría este problema²⁰. Pese a esta corrección, los niveles de Cai post-HD son menores cuando se emplea LDC, sin observar ninguna hipocalcemia clínica ni analítica⁶. Estos resultados junto con una menor alcalemia provocan en los pacientes un perfil menos calcificante⁷. El uso del citrato provocó un mantenimiento de los valores normales de Cai interdiálisis¹¹.

El LDA provoca un sensible aumento del Cai, pudiendo tener consecuencias estimulantes en la producción de la hormona paratiroidea (PTH)⁷. El LDC provoca un control de la PTH, observándose un descenso con respecto al acetato. Por lo tanto el citrato no provocaría un aumento de la liberación del calcio óseo, teniendo un efecto indirecto de protección sobre la calcificación vascular²¹. La concentración de Ca en el LD debería individualizarse, con el fin de evitar las ganancias en las sesiones de HD, tomando medidas que aumenten la absorción intestinal del calcio (Vitamina D o Ca++ oral) para mantener un balance neutro²².

El citrato evita que coincidan la alcalinización + ganancia de calcio + hiperfosfatemia, lo que unido a un descenso del magnesio es una “tormenta perfecta” para las enfermedades cardiovasculares. En cambio el acetato provoca que los pacientes tengan de 2 a 5 veces más calcificaciones arteriales coronaria que a aquellas personas correspondientes a su edad recibiendo otro tratamiento renal sustitutivo²².

Hoy en día, el riesgo de niveles altos de calcio y su papel en la enfermedad ósea adinámica y la calcificación arterial es debatido, al igual que el riesgo de niveles bajos de calcio, y una alta carga de calcio en combinación con la expresión de PTH suprimida, se ha asociado con rigidez arterial.²³

MAGNESIO

El citrato puede quelar otros iones como el magnesio. El estudio de De Sequera Ortiz, et al⁷ describe por primera vez la relación del magnesio con el LDC, encontrando valores post-HD significativamente inferiores a los obtenidos al inicio del tratamiento.

Los estudios clínicos demuestran el gran efecto protector del magnesio en las enfermedades cardiovasculares²². Viendo las diversas ventajas, se propuso el uso de una fórmula de LDC

con una concentración superior a la normalmente utilizada (0,5 mEq/L), y de esta forma evitar el probable efecto arritmogénico por una posible hipomagnesemia⁷.

EFICACIA DIALÍTICA

El índice Kt/V es un parámetro de adecuación de HD que determina la cantidad de plasma depurado de urea o aclaramiento de urea (K) durante el tiempo de la sesión de hemodiálisis (t) en relación con el volumen de distribución de la urea⁴.

Por otra parte, el flujo de líquido dializante también es un factor a tener en cuenta, principalmente en la técnica de hemodiafiltración online²⁴, aunque en los estudios analizados no se hayan valorado principalmente.

El factor tiempo y el flujo sanguíneo son determinantes en la eficacia de la hemodiálisis. En los diferentes estudios analizados se han medido los índices Kt/V para valorar si existe alguna diferencia o mejora entre los dos LD.

El índice Kt/V en los estudios realizados en España no tuvo modificaciones estadísticamente diferentes en la comparación de los dos LD, con valores que se mantuvieron entre 1.06 y 1,3, al igual que se mantuvieron de forma igualada los datos flujo sanguíneo acumulativo, ultrafiltración total y volúmenes de sustitución^{7,9}. Tampoco se encontró un mayor aclaramiento de urea con el LDC⁶.

A diferencia de esto, en los estudios realizados en otros países, los valores previos a la HD de creatinina y fosfato disminuyeron significativamente durante la duración del estudio. El Kt/V aumentó debido al efecto anticoagulante del LDC lo que provocó un mantenimiento del área de superficie efectiva. El LDC en el estudio de Sands JJ, et al²⁵ es una propuesta de alternativa o complemento en ciertos pacientes con la finalidad de reducir la dosis de heparina en el LD.

El **aluminio sérico** disminuyó significativamente en el uso continuado de LDC, este resultado fue intrigante para los autores debido a que tiene una gran afinidad por el citrato, con el cual forma un complejo soluble²⁶. Su teoría se basó en la última característica para explicar el descenso argumentando que esta propiedad la volvería más dializable²⁶.

La **microglobulina B-2** tiene unos valores entre 28,1 a 25,9 mg/L. La disminución de este último parámetro provocó dos postulaciones. Primera, la presencia del citrato provoca una menor oclusión de los poros más grandes en la membrana del dializador, lo que permitiría una mejor eliminación. Segunda, el citrato tiene la capacidad de quelar el calcio libre de la sangre, lo que impediría la activación de determinadas células sanguíneas, disminuyendo de esta forma la formación de microglobulina B-2²⁶.

A pesar de que no se conoce el mecanismo último que lo origina, diferentes autores lo relacionan con el efecto anticoagulante del citrato, el cual evitaría la coagulación.

COAGULACIÓN

El uso de la heparina durante un tratamiento de HD es habitual, pero no excluye que los poros y las fibras de dializador puedan bloquearse progresivamente por coágulos o proteínas. Hay que tener en cuenta también que la heparina puede estar asociada con trombosis, trombocitopenia, osteoporosis en su uso a largo plazo, hipercalcemia, fiebre, urticaria y otras reacciones de hipersensibilidad²⁶.

El citrato es usado como anticoagulante en otras terapias diferentes a la HD²⁷. Por ello el citrato de LD se une al Ca circulante en plasma, disminuyendo el Ca necesario para la cascada de la coagulación, pudiendo precisar menos dosis de heparina y favoreciendo que el dializador mantenga su superficie útil obteniendo un mejor aclaramiento y una mejor eficacia dialítica²⁵ y especialmente una disminución de las complicaciones asociadas a la heparina.

El efecto local anticoagulante del citrato conllevaría una menor trombogenicidad y por lo tanto una menor pérdida de la superficie útil del dializador y por consiguiente de la eficacia dialítica⁶.

En España se utilizan principalmente dos scores de coagulación⁷.

- Una escala visual del dializador, que valora el personal de enfermería, con 5 grados que se seleccionan en función del porcentaje de fibras coaguladas al final de la HD:
 - 0 – No se observaban
 - 1 – Si eran menores del 25%
 - 2 – Del 25% al 50%
 - 3 – Del 50% al 75%
 - 4 – Del 75% al 100%
- El score de coagulación de las cámaras, que valora el personal de enfermería, con 4 grados:
 - 0 – Están limpias.
 - 1 – La coagulación era mínima (anillo de fibrina)
 - 2 – Aparecía un coágulo (hasta 5 cm), siendo la diálisis aun posible.
 - 3 – Oclusión completa que impedía la diálisis.

La cámara de expansión arterial mostró una puntuación de coagulación más baja en la HD con el LDC en comparación con el LDA. Sin embargo no hubo diferencias significativas en las cámaras de goteo venosa, ni en el dializador¹¹.

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

Se recogieron los tiempos de hemostasia posterior a la HD, cuantificándolos en minutos que se precisaban para la coagulación del acceso vascular⁷, siendo difícil establecer un equilibrio óptimo entre la anticoagulación suficiente para la HD sin formar coágulos y un tiempo adecuado de hemostasia tras la extracción de la aguja del acceso arteriovenoso²⁶. Debido a ese efecto anticoagulante, la hemostasia cuando se usa LDC fue 1,4 – 2,7 minutos mayor que con el LDA⁷.

INFLAMACIÓN

La situación inflamatoria crónica producida en los tratamientos de HD es de causa multifactorial, uremia y factores propios de la técnica de diálisis. Alrededor de un 50-60% de los pacientes en HD presentan un estado de inflamación crónica de bajo grado, estableciéndose una relación con la desnutrición, aterosclerosis, susceptibilidad a las infecciones y una elevada morbimortalidad²⁸.

Entre los factores proinflamatorios, se encuentra el uso del acetato en el LD en una concentración de 20 a 40 veces mayor a la del plasma. El traspaso de acetato al paciente durante la HD se ha relacionado con un aumento de las citosinas proinflamatorias, el estrés oxidativo y las síntesis del óxido nítrico²⁹.

El citrato, según el estudio de Molina Nnez M, et al⁸, se ha introducido en la última década como un agente acidificante alternativo, con varios efectos beneficiosos, incluida la mejora de la inflamación.

Basándose en que el mecanismo subyacente de la inflamación sistémica entre los pacientes que son tratados con HD se incluyen factores relacionados con la terapia y con la uremia, es factible que la disminución de la inflamación en comparación del LDC con LDA pueda deberse a un daño celular reducido y mayor eliminación de la uremia³⁰. También se valoró los niveles de proteína C reactiva, interleucina 6 (IL-6) y el índice de resistencia a eritropoyetina (equivalente a EPOalfa) (IRE) mediante la fórmula: $IRE = \text{Dosis de EPO (U/Kg/sem)} / \text{Hb (g/dl)}$ ⁷.

En los diversos estudios del uso del citrato se ha descrito un efecto inhibitorio sobre la activación de los granulocitos contrarrestando la adherencia inducida por el leucotrieno- B4 e interfiriendo con su activación. También destacan la reducción de la activación del complemento, incluso en concentraciones muy reducidas de citrato (0,25 mmol/L). Estos efectos antiinflamatorios estarían condicionados por la concentración del calcio, pudiendo ser efectivo el citrato o no en su correcto ajuste con el calcio en el LD²⁸.

El ADN mitocondrial (ADNmt) libre de células desencadenan la inflamación al estimular los leucocitos circulantes para producir IL-6³¹. Se vio un aumento de ANDmt y por consecuencia del IL-6 en HD con LDA, mientras que sus niveles de prehemodiálisis con LDC apenas se

modificaron, dando como resultado que el citrato sea el más adecuado para reducir la inflamación²⁸.

La degradación de la proteína del músculo esquelético inducida por IL-6 y la atrofia muscular han sido descritas en diversos estudios. El estudio de Tomo T, et al³² indicó que IL-6 afectó a los indicadores nutricionales (albúmina, creatinina, peso corporal, área muscular del brazo) en pacientes tratados con HD. En estudios realizados con LD sin acetato se observó un aumento del índice de Cr, que lo relacionaron con un aumento de la masa muscular, siendo indicador de una mejora del estado nutricional con aumento de apetito por la reducción de la leptina³³.

El uso del citrato como anticoagulante regional en HD, con respecto al uso de heparina, ha demostrado unos resultados más favorables sobre la inflamación²⁸. No se obtuvieron diferencias significativas en los valores de proteína C reactiva, en la comparación de LDA y LDC.

La pentraxina-3 (PTX-3) se asocia con morbilidad cardiovascular en pacientes con TRS, especialmente en el tratamiento de HD, pudiendo llegar a convertirse en un marcador de riesgo cardiovascular relativamente independiente de los ya establecidos³⁴.

El LDC dio como resultado un aumento en interdiálisis significativamente menor en PTX-3 comparada con el LDA, lo que sugiere una menor inflamación producida por el tratamiento con citrato. A diferencia de los marcadores de estrés oxidativo el cual se mantuvo de forma paralela con los dos acidificantes¹¹.

El uso de citrato demostró que disminuye la inflamación endotelial al reducir también la expresión de ICAM-1 y la producción de citosinas. Además de que el uso del LDC durante los tratamientos a pacientes con picos hiperglucémicos mejora la función endotelial al disminuir la diapédesis de neutrófilos³⁵.

DAÑO CELULAR Y TOXINAS URÉMICAS

Durante la HD, la sangre del paciente entra en contacto directo con diferentes materiales artificiales del dializador e interactúa indirectamente con los fluidos de diálisis, lo que provoca el daño celular que conduce a la apoptosis de los leucocitos y una posterior liberación de contenido celular, incluido el ADN. Destacando especialmente el ADNmt libre durante la HD³⁰.

El ADNmt libre células desencadena la inflamación al estimular los leucocitos circulantes para producir IL-6, que induce la producción de proteína C reactiva en los hepatocitos. Los niveles de ADNmt libre de células y sulfatos de indoxilo son marcadores de daño celular y toxina urémica, respectivamente³⁰.

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

El LDA provocó un aumento significativo de los cambios de ADNmt interdiálisis, mientras que el LDC no lo hizo (Figura 1.A). De una forma parecida, el ADNmt medido en el momento previo a la HD aumentó significativamente después de 13 semanas de estudio con LDA, pero con el LDC disminuyó (Figura 1.B)³⁰. En base a estos datos, el uso del citrato provoca una reducción del daño celular relacionado con la mejora de las citosinas inflamatorias.

El sulfato de indoxilo es una toxina urémica unida a proteínas, >90% de forma reversible a las proteínas plasmáticas, principalmente la albúmina³⁶. Sin embargo el aclaramiento dialítico es bajo, provocando concentraciones de 10 a 20 veces mayores en comparación a los valores estándar. Esto contribuye a la formación de especies reactivas de oxígeno y citosinas inflamatorias³⁷.

El valor interdiálisis del sulfato de indoxilo tuvo una leve disminución en el uso del citrato, mientras que el acetato mantuvo sus valores a los previos del estudio (Figura 1.C). En cambio, después de las 13 semanas de estudio, el valor del sulfato de indoxilo tuvo una pequeña diferencia con respecto al uso de los dos acidificantes en favor del acetato³⁰ (Figura 1.D). La HD con LDA tuvo un rendimiento ligeramente superior, destacando principalmente en los pacientes anúricos⁹.

Por lo que la HD con LDC abolió el daño celular observado con el LDA. Pero no mejoró significativamente la eliminación del sulfato de indoxilo con respecto al uso del acetato³⁰.

El sulfato de indoxilo es descrito como una de las ureas circulantes tóxicas que aceleran la progresión de comorbilidades. Deriva de la proteína de la dieta, una parte del triptófano procedente de la proteína se metaboliza en Indol por la triptofasa en bacterias intestinales como *Escherichia Coli*. El indol se absorbe en la sangre y se metaboliza en sulfato de indoxilo en el hígado provocando diversas complicaciones en riñón y corazón (Figura 2), mientras que otra parte se excreta la orina³⁸.

Por lo que se recomiendan dos tipos de dieta, una que contenga aproximadamente 40-60g/día y con otra con 22-30g/día de proteína, ambas con aminoácidos esenciales y cetanólogos sin la administración de fosfato produciría una disminución de este tóxico. Disminuyendo la mortalidad por enfermedad cardiovascular, el deterioro de la función osteoblastica y las anormalidades de recambio óseo³⁸.

En un estudio in vitro en cultivo de monocitos humanos (celular THP-1) y células mononucleares de sangre periférica (PBMC), se determinaron moléculas de adhesión como el CD54/ICAM-1. En el que LDA dio un aumento en la densidad de ICAM-1 en las células THP-1, a diferencia del que contenía citrato que no modificó su valor. De la misma forma ocurrió con los niveles de especies reactivas de oxígeno pero sobre el PBMC, aumentando el estrés oxidativo y las microvesículas totales, pudiendo actuar como estímulos proinflamatorios²⁸.

ESTABILIDAD HEMODINÁMICA

El acetato provoca una inestabilidad hemodinámica producida por la vasodilatación mediada por la liberación de óxido nítrico⁷.

La hipertensión en pacientes en tratamiento de HD se debe a una sobrecarga crónica de sodio/volumen como resultado de la incapacidad de llegar regularmente al peso seco, siendo la causa principal la incapacidad del paciente para restringir suficientemente la ingesta de sodio o líquidos junto con las limitaciones del tiempo de tratamiento de diálisis³⁹.

La hipertensión en el paciente renal es un problema difícil de tratar, en muchos casos se opta por una terapia farmacológica antihipertensiva agresiva, intentando restablecer al paciente un volumen y un sodio corporal normal, con la finalidad de evitar las consecuencias de esta hipertensión, como la disfunción diastólica y sistólica, la remodelación ventricular izquierda o la fibrosis miocárdica arritmogénica⁷.

El peso seco es un concepto definido como “el peso más bajo que un paciente puede tolerar sin el desarrollo de síntomas y/o hipotensión”. Conseguir este peso seco es uno de los objetivos en los tratamientos de HD, con la finalidad de que el paciente vuelva a la normalidad de agua corporal, sodio y su distribución por todo el cuerpo, consiguiendo un mejor control de la presión arterial¹².

La bioimpedancia es una tecnología relativamente nueva para su uso en pacientes en HD. En la actualidad, el único dispositivo aprobado por la Administración de Alimentos y medicamentos para HD emplea una frecuencia única. Al principio se usó principalmente en unidades de cuidados intensivos para evaluar la congestión torácica en pacientes con insuficiencia cardíaca. La función de este dispositivo es la medición del agua corporal, aportando una visión que busca restaurar la hidratación y la euvolemia normales. Muchos centros que no cuentan con equipos necesarios para hacer bioimpedancia, realizan un sondeo de ultrafiltración dando efectos secundarios³⁹.

Las principales consecuencias del sondeo son³⁹:

- Caída rápida de la presión arterial.
- Calambres en las piernas, náuseas, vómitos, dolor de cabeza.
- Disminución de la tasa de ultrafiltración.
- Colocar al paciente en posición de Trendelenburg o administrar solución salina, perjudicando la sesión de HD.

A nivel cardíaco, la relación entre una presión arterial más baja y unos resultados adversos en el paciente de HD, puede reflejar un miocardio dañado que no podrá responder a la sobrecarga de sodio o volumen normal. Sin embargo la hipertensión va a reflejar un miocardio normal que responde a esta sobrecarga³⁹.

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

El uso del citrato en los estudios realizados a nivel nacional nos objetivaron que el LDC no tuvo ninguna hipotensión arterial en las sesiones frente al 12,5% de hipotensiones que se presentaron con el LDA. Destacamos que es este porcentaje de hipotensiones son más bajas con respecto a otros estudios que se sitúan entre 15-60%. Esta mayor estabilidad hemodinámica por parte del citrato podría deberse a una concentración de sodio del LD más elevada a igual conductividad⁶.

El uso del citrato como dializador en la HD con bicarbonato ha demostrado que disminuye las resistencias periféricas, además de reducir levemente la presión sanguínea sistólica y diastólica²⁰.

ESCALAS

El aumento de la edad poblacional del paciente en HD, en su gran mayoría mayores de 65 años³⁹, la introducción de nuevas técnicas y tecnologías en los últimos años han supuesto un cambio en la valoración y planificación de los cuidados de los pacientes con patología renal provocando que los profesionales de enfermería deban actualizar sus conocimientos y habilidades.

Los instrumentos y escalas que pueden utilizar los profesionales de enfermería para valorar el grado de dependencia son variados, pero la mayoría han sido creados para evaluar las actividades de la vida diaria, medida con los instrumentos habituales, un buen predictor de la dependencia y necesidades de cuidados de enfermería durante la sesión de HD. Es importante encontrar instrumentos que puedan medir el grado de dependencia y comorbilidad, relacionándolos con la edad⁴⁰.

El índice de Katz en los diversos estudios solo muestra un 27,3% de pacientes con dependencia. Este porcentaje se debe a que solo evalúa 6 dimensiones de las actividades de la vida diaria. Y por ello no existen estudios previos que lo hayan utilizado⁴⁰.

El test Delta, sin embargo, fue creado y adaptado para evaluar el grado de dependencia en pacientes en HD⁴⁰.

Diversos estudios han observado que aplicando el test Delta, más de la mitad de los pacientes presentan dependencia en algún grado (69,3%). Destacando por orden de mayor presencia las dimensiones de déficit general, seguido de déficit físico, donde el 40,9% son asistidos leves. Este test ha asociado la comorbilidad con la edad y dependencia, pues la mayoría de pacientes de HD presentan una alta comorbilidad, condicionando ésta el grado de dependencia de forma significativa⁴⁰.

Se encontró una estrecha relación entre el test Delta y el Índice de Comorbilidad de Charlson⁴⁰. Algunos autores, vieron en cambio, que el tiempo de enfermería dedicado al paciente de HD, es independiente del grado de dependencia o del aumento del envejecimiento, estando más relacionado con el tipo de acceso vascular⁴.

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

En los tiempos dedicados al cuidado durante la sesión de HD, se observó que las mayores dificultades eran la punción de la fístula arteriovenosa y control de constantes por inestabilidad hemodinámica, con frecuentes episodios de hipotensión, los cuales eran tratados con administración de medicación endovenosa³⁹.

Por eso la mayoría de los estudios concluyen que es fundamental el ratio enfermera/paciente, con la finalidad de analizar de forma individual las necesidades y cuidados de los pacientes. Siendo imprescindible la validación de instrumentos propios para la medición de los cuidados de enfermería durante las sesiones de HD, que permitan correlacionar de forma correcta el nivel de dependencia, la edad y la comorbilidad asociada.

Es necesario profundizar en la necesidad de cuidados de enfermería del paciente de HD, pues como hemos visto la edad, comorbilidad y dependencia se asocian significativamente con la planificación de dichos cuidados.

RIESGO DE MUERTE

El desarrollo de la HD sin acetato, primero con clorhídrico y luego con citrato, proporciona una evidencia de que una pequeña cantidad de acetato en el LD, aun influye en el gasto cardíaco, la resistencia periférica y la hemodinámica intradiálisis. En los pacientes mayores de 65 años, el 59% tenía al menos una comorbilidad cardíaca, en comparación con el 36% de los pacientes más jóvenes. Hemos de añadirle problemas vasculares, cirrosis y problemas de movilidad, destacando que habían comenzado la HD con más frecuencia en una situación de emergencia, con un catéter y en una unidad hospitalaria⁶.

A principios de la década, el tratamiento sin acetato tenía muchas limitaciones tanto a nivel económico como de carga asistencial para la enfermería, debido a que se debían colgar hasta 9-10 L de bicarbonato u otros LD en los monitores de diálisis. Por lo que se desarrolló un tratamiento con bicarbonato altamente concentrado, fomentando la HD con el ácido cítrico, con la finalidad de que se convierta en la técnica principal para HD⁴¹.

Determinadas situaciones en las que evitar la alcalosis intra y postdiálisis tiene especial interés, como en pacientes con hepatopatía crónica avanzada o con insuficiencia respiratoria con retención externa de carbónico, ambas son situaciones que pueden verse muy perjudicadas por pequeñas modificaciones en el equilibrio ácido base durante la sesión de HD, llegando a comprometer la vida del paciente⁴¹.

La retención del CO₂ y la insuficiencia respiratoria, según algunos estudios, han sido causa de riesgo grave para el paciente al inducir alcalosis metabólica debido a que la compensación respiratoria disminuye el estímulo centro respiratorio (con una menor frecuencia y amplitud ventilatoria). Ambas situaciones se han podido prevenir disminuyendo la concentración de bicarbonato y/o utilizando el citrato en el LD⁴¹.

CALIDAD DE VIDA

Diversos estudios muestran que existe una relación entre parámetros como el potasio, la hemoglobina, la urea, el calcio y el fósforo, con diferentes puntos que caracterizan la calidad de vida percibida por el paciente. En las guías de práctica clínica KDOQI se establece la relación con el Kt/V, a tener en cuenta a la hora de establecer una valoración de la calidad de vida⁴².

El tipo de acceso de diálisis es un factor importante, un alto porcentaje de pacientes en tratamiento con HD es portador de fistula arteriovenosa; según la Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis la fistula arteriovenosa nativa es el acceso vascular de elección para pacientes en HD⁴².

La calidad de vida no se limita al bienestar físico sino que engloba aspectos emocionales y de autoimagen del paciente. Se encontraron estudios donde la imposibilidad de continuar con el trabajo, los estudios y el proyecto de vida de cada paciente provocan un gran impacto negativo en su calidad de vida y la de sus cuidadores⁴³. Sentimientos como la tristeza, soledad y disminución de la autoestima es un factor de riesgo presente en sus vidas.

Los profesionales de enfermería se centran en establecer un vínculo profesional-paciente, donde es fundamental la empatía para lograr entender la posición de los pacientes y familiares. La finalidad es poder conseguir que los pacientes tengan durante las sesiones de HD a una persona que les escuche, informe y forme en lograr satisfacer sus necesidades y en la adquisición de capacidades que les permita afrontar las adversidades de una forma más favorable. Por ello, una mayor estabilidad hemodinámica favorece que los profesionales de enfermería puedan llevar a cabo cuidados más allá del hemofiltro y el acceso vascular, centrándose en puntos como:⁴⁴

- Percepciones de la enfermedad y el cuidado
- Apoyo e interacción familiar en la enfermedad
- Necesidades de afrontamiento del paciente y el cuidador
- Apoyo en los cuidados
- Intervenciones en el equipo de salud
- Cambios en los estilos de vida

NUTRICIÓN

La malnutrición proteico-energética es una característica frecuente entre los pacientes en tratamiento de HD, provocada tanto por la propia técnica como por la dieta.

Se observó que el índice de la mala alimentación era de un 37% en los pacientes, disminuyendo hasta menos de un 20% post intervención educativa.⁴⁴

Enfermería es una parte fundamental y de gran importancia a la hora de conocer el estado nutricional de los pacientes de HD. Mantener una buena sesión de HD, tanto en constantes

como en tiempo permite a los profesionales de enfermería ofrecer una adecuada formación, información y control de las necesidades del paciente más allá de las recomendaciones limitadas a restricciones. Los estudios demuestran que una adecuada intervención educativa es directamente proporcional a la eficacia y resultados⁴⁵.

6.2. DISCUSIÓN

El uso del citrato en el tratamiento de HD:

1. Consigue un mejor control del equilibrio ácido-base post-HD en comparación con el acetato, disminuyendo la alcalemia. El efecto del citrato da lugar a una mayor alcalinización frente al uso del acetato (7,38 a 7,50 y 21 a 29,2 mmol/L vs 7,39 a 7,45 y 22,4 a 24,3 para los valores de pH y bicarbonato con LDC y acetato respectivamente)⁴⁵ (resultados clínicos encontrados en diversos estudios). Schmitz et al⁴⁶ también vieron menos hipercorrección de la acidosis post-HD (bicarbonato mayor de 32 mmol/L) con el uso del LDC con respecto al acetato.)
2. Provoca que se observe un Ca post-HD menor, evitando la aparición de calambres, arritmias, recambio óseo y riesgo de episodios de hipotensión. Sin embargo, hay autores no han encontrado estos resultados: Gabutti L, et al²⁰ al suplementar calcio indicado al LDC para una correcta HD, no observa diferencias significativas entre valores de Ca prehemodiálisis y posthemodiálisis: en pacientes tratados con LDA se produce un ligero aumento al final del tratamiento, pero comentan que no es tan importante como para producir efectos clínicos.
3. La eficacia dialítica es otro punto clave debido a que un mejor índice Kt/V es un factor a tener en cuenta a la hora de conseguir como objetivo el peso seco y la clínica del paciente. Pero en estudios como el de De Sequera et al⁷ no se encontraron diferencias en la eficacia dialítica medida por el Kt ni el Kt/V entre los dos LD.
4. La inflamación está asociada a la morbilidad cardiovascular en pacientes en tratamiento de HD, pero hay algunos estudios que suponen que el LDC usado más de tres meses no puede asegurar una disminución de la proteína C reactiva y IL-6 y con ello reducir los efectos cardiovasculares, a pesar de que el estudio se realice in vitro (se ha de tener en cuenta en futuros estudios a largo plazo¹¹).

En cuanto a la valoración de enfermería y la planificación de cuidados individuales se han de utilizar y adaptar modelos y escalas teniendo en cuenta las especificidades de las Unidades en las que se realiza la actividad asistencial, evaluando el entorno psicosocial de la Comunidad. A pesar de que cada estudio valore diferentes escalas y obtenga su

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

información de sus propios planes de cuidados nacionales, todos hacen referencia a la Guía de práctica clínica de National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) del año 2006, actualizada en 2019, incluyendo temas tan importantes como⁴⁷:

- Plan de vida de la enfermedad renal en etapa terminal
- Orientación sobre la elección del acceso vascular más actualizado
- Manejo de complicaciones específicas y enfoques renovados para adultos mayores.
- Evaluar la calidad de vida por medio de escalas más centradas en la HD.
- Tratamiento y prevención de complicaciones cardiovasculares.

Algunos autores, vieron que el tiempo de enfermería dedicado al paciente de HD, es independiente del grado de dependencia o del aumento del envejecimiento, estando más relacionado con el tipo de acceso vascular⁴.

Por último, la producción científica por parte de las enfermeras en los estudios observados se ha visto incrementadas. Pero están muy limitadas por las políticas de apoyo y financiación⁴⁸.

Además hemos de tener en cuenta que continua existiendo un cuello de botella entre la generación de ese nuevo conocimiento de investigación y la traslación del mismo a la práctica clínica. Las barreras que han de traspasar los diferentes profesionales de enfermería en el fomento de desarrollo de material nefrológico se pueden resumir en falta de apoyo institucional, falta de motivación en la organización debido a que es una tarea complicada, y falta de conocimientos relacionada con la práctica basada en la evidencia. Sin embargo, el fomento de las estructuras de apoyo a la investigación son unas unidades que deberían desarrollarse más en las organizaciones sanitarias, junto con un liderazgo transformacional, facilitando la gestión del conocimiento⁴⁸.

En la actualidad las organizaciones sanitarias tienen integrado la existencia de unidades para gestionar la formación y la calidad de los cuidados y la presencia de unidades de apoyo a la investigación como herramienta de gestión del conocimiento para proporcionar cuidados excelentes⁴⁸.

Los estudios apuestan por diversas líneas estratégicas, por el desarrollo de un entorno favorable de I+D, el fomento a la generación de conocimiento y talento. La finalidad consiste en innovar, es decir, utilizar el conocimiento para generar valor: valor de asignación de recursos (mejora en la toma de decisiones de asignación de financiación a distintos programas), valor técnico (mejora de los resultados en salud tanto para la persona como para la población) y valor personalizado (mejores resultados para el individuo atendiendo sus expectativas)⁴⁹.

7. CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados de los diversos estudios analizados en esta revisión bibliográfica demuestran que el citrato es una alternativa viable al uso del acetato en el LD de los tratamientos de HD. Basándonos en que el LDC consigue un mejor control del equilibrio ácido-base inter, intra y posthemodiálisis disminuyendo la alcalemia en este último caso. Además de un mejor control del Ca y Mg posthemodiálisis, dando lugar a una mejora de las situaciones clínicas.

Hemos de tener en cuenta como el citrato favoreció la disminución de la inflamación y de las toxinas urémicas con su correspondiente protección al daño celular, apoyando un perfil más saludable para el paciente, disminuyendo su mortalidad.

A nivel técnico, el citrato consiguió mejoras en el Kt/V con respecto al acetato, consiguiendo un mejor aclaramiento y eficacia dialítica. Su efecto anticoagulante permitió una HD más eficaz, provocando menos coagulaciones en los sistemas del hemofiltro y por consiguiente un ahorro de tiempo y dinero para el sistema sanitario⁴¹.

Por último, la mayor estabilidad hemodinámica conseguida con el citrato es un gran avance para los pacientes de HD y los profesionales de enfermería, debido a que les permite establecer al personal sanitario una mejor educación para la salud, principalmente en nutrición, situación emocional, y observación de la evolución por medio de escalas, con la finalidad de mejorar la calidad de vida del paciente.

A pesar de que el citrato cuenta con muchos factores a favor con respecto al acetato, son necesarios más estudios clínicos con un mayor tamaño muestral con la finalidad de establecer datos concluyentes de mejora en el paciente y un tratamiento de HD mucho más estable, permitiendo al profesional de enfermería desarrollar e investigar en la evidencia científica y en la excelencia de los cuidados.

8. **BIBLIOGRAFÍA**

1. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. Documento Marco sobre Enfermedad Renal Crónica (ERC) dentro de la Estrategia de Abordaje a la Cronicidad en el SNS. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e igualdad, Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación; 2015 [citado 8 feb 2020] . Disponible en: https://www.msbs.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/Enfermedad_Renal_Cronica_2015.pdf
2. Otero A, De alm F, Gayoso P, García F. Prevalence of chronic renal disease in Spain: Results of the EPIRCE study. Nefrología [Internet]. 2010 [citado 8 feb 2020]; 30 (1): p. 78-86. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/en-prevalence-chronic-renal-disease-in-articulo-X2013251410033788>
3. Sociedad Española de Nefrología. Informe de diálisis y Trasplante 2018. A Coruña, 2019 [citado 10 feb 2020]. Pag: 1-59. Disponible en: https://www.senefro.org/contents/webstructure/SEN_2019_REER_modificada.pdf
4. Ibeas J ,Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G. Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis. Nefrología [Internet]. 2017 [citado 15 feb 2020]; 37(1):1-191. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211699517302175>
5. Pérez García R, García Maset R, González Parra E, Solozábal Campos C, Ramírez Chamon R, et al. Guía de gestión de calidad del líquido de diálisis (LD). Nefrología [Internet]. 2016 [citado 15 feb 2020]; 36:1-2. Disponible en: <https://revistanefrologia.com/es-pdf-S0211699516000047>
6. Ortiz P, Ramón M, Pérez-García R, Prats E, Cobo P, et al. Acute effect of citrate bath on postdialysis alkalaemia. Nefrología [Internet]. 2015 [citado 15 feb 2020]; 35(2):164-71. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/en-citrate-dialysate-does-not-induce-articulo-S2013251417301918>
7. De Sequera Ortiz P, Pérez García R, Molina Nuñez M, Muñoz Gonzalez R, Alvarez Fernandez G, et al. Estudio prospectivo aleatorizado multicéntrico para demostrar los beneficios de la hemodiálisis sin acetato (con citrato): Estudios ABC-treat. Efecto agudo del citrato. Nefrología [Internet]. 2019 [citado 17 feb 2020] ; 39(4):424-33. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211699518302327>
8. Molina Nunez M, de Alarcon R, Roca S, et al. Citrate versus acetate-based dialysate in on-line haemodiafiltration. A prospective cross-over study. Blood Purif [Internet]. 2015 [citado 17 feb 2020];39(1-3): 181-187. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25791278>
9. Hyšpler R, Tichá A, Šafránek R, Moučka P, Nývltová Z, et al. Indoxyl Sulfate Elimination in Renal Replacement Therapy: Influence of Citrate- versus Acetate-Buffering Component during Bicarbonate Dialysis. Chace DH, editor. Dis Markers [Internet]. 2018 [citado 22 feb 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30186534>

10. Kramer L, Bauer E, Joukhadar C, Strobl W, Gendo A, et al. Citrate pharmacokinetics and metabolism in cirrhotic and noncirrhotic critically ill patients. Crit Care Med [Internet]. 2003 [citado 22 feb 2020]; 31:2450-5. Disponible en: https://journals.lww.com/ccmjournal/Abstract/2003/10000/Citrate_pharmacokinetics_and_metabolism_in.5.aspx
11. Grundström G, Christensson A, Alquist M, Nilsson L-G, Segelmark M. Replacement of acetate with citrate in dialysis fluid: a randomized clinical trial of short term safety and fluid biocompatibility. BMC Nephrology [Internet]. 2013 Enero [citado 2 feb 2020]; 14(1):216. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/bucm.idm.oclc.org/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=104115090&lang=es&site=ehost-live>
12. Tejedor A, De las Cuevas X. Cuidado paliativo en el paciente con enfermedad renal crónica avanzado (grado 5) no susceptible de tratamiento dialítico." Nefrología [Internet]. 2008 [citado 10 feb 2020]; 129-136. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-cuidado-paliativo-en-el-paciente-articulo-X0211699508032172>
13. Perales-Montilla C, García-León A, Reyes-del Paso G. Predictores psicosociales de la calidad de vida en pacientes con insuficiencia renal crónica en tratamiento de hemodiálisis. Nefrología [Internet]. 2012 [citado 24 feb]; 32(5): 622-630. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-69952012000700009&lng=es. <http://dx.doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2012.Jun.11447>.
14. Roca R. El acceso vascular para hemodiálisis: la asignatura pendiente. Nefrología [Internet]. 2010 [citado 25 feb 2020]; 30: p. 280-287. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-el-acceso-vascular-hemodialisis-asignatura-articulo-X0211699510035787>
15. National Kidney Foundation. Clinical practice guidelines for nutrition in chronic kidney disease: 2019 update. [Internet]. 2019 [citado 25 feb 2020]; pag 50-200 Disponible en: https://www.kidney.org/sites/default/files/Nutrition_GL%2BSubmission_101719_Public_Review_Copy.pdf
16. Tentori F, Karaboyas A, Robinson BM, Morgenstern H, Zhang J, et al. Association of dialysate bicarbonate concentration with mortality in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). Am J Kidney Dis [Internet]. 2013 Oct [citado 25 feb 2020]; 62(4):738-46. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23707043>
17. Di Iorio B, Torraca S, Piscopo C, et al. Dialysate bath and QTc interval in patients on chronic maintenance hemodialysis: pilot study of single dialysis effects. J Nephrol [Internet]. 2012 [citado 25 feb 2020]; 25:653-60. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/246548355_Dialysate_bath_and_QTc_interval_in_patients_on_chronic_maintenance_hemodialysis_pilot_study_of_single_dialysis_effects

18. Fossa A, Zhou M. Assessing QT prolongation and electrocardiography restitution using a beat-to-beat method. *Cardiol J* [Internet]. 2010 [citado 27 feb 2020];17(3):230-243. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20535712>
19. Gorostidi M, Santamaria R, Alcázar R, Fernández-Fresnedo G, Galcerán JM, et al. Documento de la Sociedad Española de Nefrología sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad renal crónica. *Nefrología* [Internet]. 2014 [citado 27 feb 2020]; 34(3): p. 302-316. Disponible en: <https://revistanefrologia.com/es-documento-sociedad-espanola-nefrologia-sobre-las-guias-kdigo-evaluacion-el-articulo-X0211699514054048>
20. Gabutti L, Lucchini B, Marone C, Alberio L, Burnier M, et al. Citrate- vs. acetate-based dialysate in bicarbonate haemodialysis: consequences on haemodynamics, coagulation, acid-base status, and electrolytes. *BMC Nephrology* [Internet]. 2009 Enero [citado 2 feb 2020];10:7. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/bucm.idm.oclc.org/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=105481995&lang=es&site=ehost-live>
21. Gotch F, Kotanko P, Thijssen S, Levin W. The KDIGO guideline for dialysate calcium will result in an increased incidence of calcium accumulation in hemodialysis patients. *Kidney Int* [Internet]. 2010 [citado 16 feb 2020];(78),pp. 343-350. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20520595>
22. Seras M, Martín de Francisco A, Piñera C, Gundin S, Kislikova M, et al. Haemodialysis sesión: The perfect storm for vascular calcification. *Nefrología* [Internet]; 2015[citado 29 feb 2020]; 35(5): p.448-456. Disponible en: <https://revistanefrologia.com/en-haemodialysis-session-the-perfect-storm-articulo-S201325141500070X>
23. Gabutti L, Bianchi G, Soldini D, Marone C, Burnier M. Haemodynamic consequences of changing bicarbonate and calcium concentrations in haemodialysis fluids. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2009 Mar [citado 29 feb 2020]; 24(3):973-81. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/23307057_Haemodynamic_consequences_of_changing_bicarbonate_and_calcium_concentrations_in_haemodialysis_fluids
24. Pérez-García R, García Maset R, González Parra E, Solozábal Campos C, Ramírez Chamon R, et al. Guía de gestión de calidad del líquido de diálisis (LD) (segunda edición, 2015). *Nefrología* [Internet]. 2016[citado 29 feb 2020]; 36:1–2. Disponible en: <https://revistanefrologia.com/es-guia-gestion-calidad-del-liquido-articulo-S0211699516000047>
25. Sands JJ, Kotanko P, Segal JH, Ho CH, Usvat L, Young A, et al. Effects of citrate acid concentrate (citrasate[®]) on heparin requirements and hemodialysis adequacy: A multicenter, prospective noninferiority trial. *Blood Purif* [Internet]. 2012 [citado 16 feb 2020]; 33:199-204. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22269855>
26. Kossmann RJ, Gonzales A, Callan R, Ahmad S. Increased efficiency of hemodialysis with citrate dialysate: a prospective controlled study. *Clinical Journal of the American*

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

- Society of Nephrology [Internet]. 2009 Sep [citado 2 feb 2020] ;4(9):1459–64. Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/bucm.idm.oclc.org/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=105224444&lang=es&site=ehost-live>
27. Nagaraju SP, Kosuru S, Parthasarathy R, Mareddy AS, Attur RP, Rangaswamy D, et al. Effects of Citrate Acid Concentrate on Hemodialysis Adequacy, Reuse, and Quality of Life: A Prospective Randomized Crossover Trial. Indian Journal of Nephrology [Internet]. 2018 Jul [citado 2 feb 2020]; 28(4):287–90. Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/bucm.idm.oclc.org/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=131144198&lang=es&site=ehost-live>
28. Pérez-García R, Ramírez Chamond R, de Sequera Ortiz P, Albalade M, Puerta Carretero M, Ortega M, et al. El líquido de diálisis con citrato no induce in vitro estrés oxidativo ni inflamación en comparación con el acetato. Nefrología [Internet]. 2017 nov[citado 17 feb 2020] ;37(6):630-7. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-linkresolver-el-liquido-dialisis-con-citrato-S0211699517300978>
29. Coll E, Pérez García R, Rodríguez- Benítez P, Ortega M, Martínez Miguel P, et al. Cambios clínicos y analíticos al sustituir el líquido de diálisis convencional por uno sin acetato. Nefrología [Internet]. 2007 [citado 29 feb 2020]; 27: 742-8. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-cambios-clinicos-analiticos-al-sustituir-articulo-X0211699507021957>
30. Jung SW, Kim DR, Cho KS, Seo JW, Moon H, et al. Effects of Dialysate Acidification With Citrate Versus Acetate on Cell Damage, Uremic Toxin Levels, and Inflammation in Patients Receiving Maintenance Hemodialysis , American Journal of Kidney Diseases [Internet]. 2019 [citado 6 feb 2020]; p. 432-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2018.09.010>
31. Tai DJ, Leung K, Ravani P, Quinn RR, Scott-Douglas N, et al. The effect of citrate dialysate on intradialytic heparin dose in haemodialysis patients: Study design of a Randomised controlled trial. BMC Nephrol [Internet]. 2015 [citado 3 mar 2020];16:147. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4548909/>
32. Tomo T, Matsuyama M, Nakata T, Kadota J, Toma S, et al. Effect of high fiber density ratio polysulfone dialyzer on protein removal. Blood Purif [Internet]. 2008 [citado 3 mar 2020]; 26:347–53. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18487878>
33. Matsuyama K, Tomo T, Kadota J. Acetate-free blood purification can impact improved nutritional status in hemodialysis patients. Journal of Artificial Organs : the Official Journal of the Japanese Society for Artificial Organs [Internet]. 2011 Jun [citado 3 mar 2020]; 14(2):112-119. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/49851025_Acetate-free_blood_purification_can_impact_improved_nutritional_status_in_hemodialysis_patients

34. Oldani S, Finazzi S, Bottazzi B, Garlanda C, Baldassarre E, Valaperta S et al. Plasma pentraxin-3 as a marker of bioincompatibility in hemodialysis patients. *Journal of Nephrology* [Internet]. 2012 Feb [citado 3 mar 2020];25(1):120-126. Disponible en : <https://doi.org/10.5301/JN.2011.8432>
35. Bryland A, Wieslander A, Carlsson O, Hellmark T, Godaly G. Citrate treatment reduces endothelial death and inflammation under hyperglycaemic conditions. *Diab Vasc Dis Res* [Internet]. 2012 Ene [citado 10 mar 2020];9(1):42-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3267553/>
36. Viaene L, Annaert P, de Loo H, Poesen R, Evenepoel P, Meijers B, “Albumin is the main plasma binding protein for indoxyl sulfate and p-cresyl sulfate,” *Biopharmaceutics & Drug Disposition* [Internet], 2013 [citado 10 mar 2020]; (34): 165–175. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23300093>
37. Vanholder R, Schepers E, Pletinck A, Nagler EV, Glorieux G. The uremic toxicity of indoxyl sulfate and p-cresyl sulfate: a systematic review. *J Am Soc Nephrol* [Internet]. 2014 [citado 10 mar 2020]; 25(9): 1897-1907. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24812165>
38. Padilla O, Armando I, Escobar L,. (2017). Alteraciones en el eje intestino-riñón durante la enfermedad renal crónica: causas, consecuencias y propuestas de tratamiento. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* [Internet]. 2017 [citado 10 mar 2020] 21(2), 174-183. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.21.2.244>
39. Henderson LW. Symptomatic intradialytic hypotension and mortality: An opinionated review. *Semin Dial* [Internet]. 2012 [citado 10 mar 2020]; 25: 320– 325. Disponibilidad: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22452289>
40. López Toledano M, Luque Cantarero I, Gómez López V, Casas Cuesta R. Valoración de las necesidades de cuidados del paciente durante la hemodiálisis y su relación con el grado de dependencia. *Enferm Nefrol* [Internet]. 2014 Dic [citado 14 mar 2020] ; 17(4): 283-290. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/S2254-28842014000400007>.
41. Mercadal L, Eve Franck J, Metzger M, Yuan W, Kolko A, Monnet E, et al. Improved survival associated with acetate-free haemodialysis in elderly: a registry-based study, *Nephrology Dialysis Transplantation* [Internet], 2015 [citado 14 mar 2020];(9): 30,1560–1568, <https://doi.org/10.1093/ndt/gfv248>
42. Sánchez-González J, Barallat-García M, Torres-Paniagua S, Gavira-Matamoros B. Análisis de la calidad de vida en pacientes con tratamiento renal sustitutivo: influencia de los parámetros analíticos y socioclínicos. *Enferm Nefrol* [Internet]. 2019 Abr-Jun [citado 14 mar 2020]; 22(2):159-67. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2254-28842019000200159
43. Hernández-Zambrano S, Torres-Melo M, Barrero-Tello S, Saldaña-García I, Sotelo-Rozo D, et al. Necesidades de cuidado paliativo en hemodiálisis percibidas por pacientes, cuidadores principales informales y profesionales de enfermería [Internet]. 2019 Jun

- [citado 18 mar 2020]; 22(2):141-9. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2254-28842019000200141
44. Omari A, Omari, L.S., Dagash, H.H. *et al.* Assessment of nutritional status in the maintenance of haemodialysis patients: a cross-sectional study from Palestine. *BMC Nephrol* 20 [Internet], 2019 [citado 18 mar 2020]; 92 . <https://doi.org/10.1186/s12882-019-1288-z>
45. Kuragano T, Furuta M, Yahiro M, Kida A, Otaki Y, Hasuike Y, *et al.* Acetate free citrate-containing dialysate increase intact PTH and BAP levels in the patients with low intact-PTH. *BMC Nephrology* [Internet]. 2013 [citado 20 mar 2020]; 14-18. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23327614>
46. Schmitz M, Loke O, Fach B, Kalb K, Heering PJ, Meinke D, *et al.* Effects of citrate dialysate in chronic dialysis: a multicentre randomized crossover study. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2016 [citado 26 mar 2020]; 31:1327–34. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26442902>
47. Lok C, Huber T, Lee T, *et al.*; KDOQI Vascular Access Guideline Work Group. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2017 update. *Am J Kidney Dis*[Internet]. 2020 [citado 28 mar 2020]; 75(4):1-164. Disponible en: [https://www.ajkd.org/article/S0272-6386\(19\)31137-0/fulltext](https://www.ajkd.org/article/S0272-6386(19)31137-0/fulltext)
48. Morales Asencio JM, Hueso Montoro C, de Pedro-Gómez JE, Bennasar-Veny M. 1977-2017: La investigación enfermera en España tras 40 años en la Universidad. *Enferm Clin* [Internet]. 2017 [citado 29 mar 2020]; 27(5):314-326. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-clinica-35-articulo-1977-2017-la-investigacion-enfermera-espana-S1130862117301316>
49. Lunden A, Teräs M, Kvist T, Häggman-Laitila A. A systematic review of factors influencing knowledge management and the nurse leaders' role. *J Nurs Manag* [Internet]. 2017 [citado 29 mar 2020]; 25(6):407-420. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28580645>

EL USO DEL CITRATO RESPECTO AL ACETATO Y SUS BENEFICIOS CLÍNICOS.

Royvic Alberto Huamán Sánchez. Curso 2019-2020

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1. Tabla 1. Estimación nacional anual de los costes por movilidad asociados a las distintas alternativas de tratamiento renal sustitutivo¹³.

Año	Prevalencia en modalidades ^{14,15}				Total nacional estimado costes indirectos por morbilidad (€ medias)			
	TX	HD	DPCA	DPA	TX	HD	DPCA	DPA
2009	25.969	23.183	1.283	1.283	131.887.549	151.773.632	7.424.301	5.594.497
2010	27.046	24.149	1.326	1.326	134.693.469	155.023.433	7.520.431	5.666.935
2011	28.173	25.057	1.367	1.367	137.580.165	157.733.890	7.604.524	5.730.302
2012	29.317	25.923	1.407	1.407	140.384.270	160.014.290	7.675.540	5.783.815
2013	30.474	26.757	1.446	1.446	143.091.809	161.953.121	7.736.444	5.829.708
2014	31.642	27.567	1.485	1.485	145.693.969	163.619.120	7.789.427	5.869.633
2015	32.821	28.362	1.524	1.524	148.185.786	165.065.767	7.836.123	5.904.821
2016	34.008	29.146	1.562	1.562	150.565.140	166.334.756	7.877.758	5.936.194
2017	35.204	29.924	1.601	1.601	152.831.999	167.458.673	7.915.258	5.964.452
2018	36.407	30.699	1.639	1.639	154.987.834	168.463.066	7.949.331	5.990.127
2019	37.619	31.475	1.678	1.678	157.035.190	169.368.033	7.980.520	6.013.629
2020	38.838	32.254	1.718	1.718	158.977.348	170.189.460	8.009.248	6.035.277

Se ha asumido una distribución 1:1 entre DPA/DPCA. Tasa de actividad, incremento de productividad y descuento del 35,8 %, 1 % y 3 %, respectivamente.

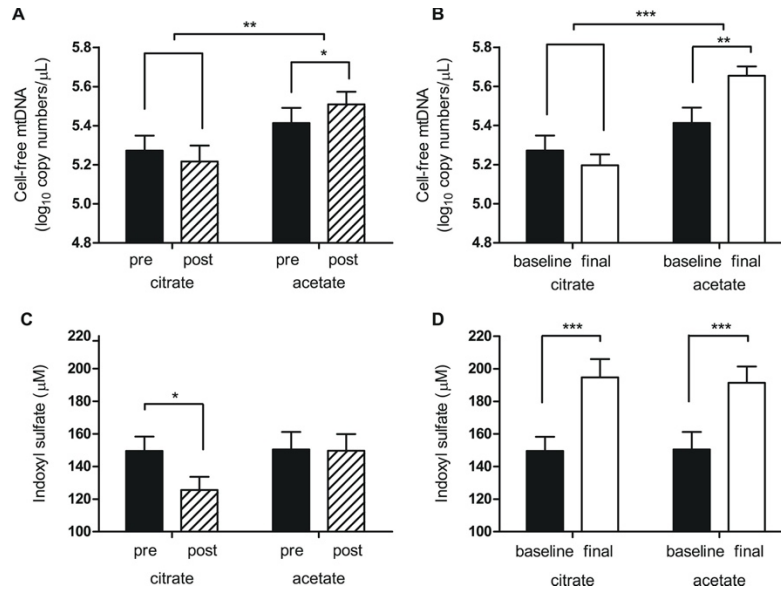
DPA: diálisis peritoneal automatizada; DPCA: diálisis peritoneal continua ambulatoria; HD: hemodiálisis; TX: trasplante renal.

9.2. Anexo 2. Tabla 2. Composición calculada de los electrolitos de LD con acetato y del LD con citrato⁶

Líquido de diálisis (mmol/L)	Softpack G	Selectbag Citrate
	G 196 ^a , G 295 ^b , G 394 ^c	CX 265G
Na	140	140
K	1,5 ^a , 2 ^b y 3 ^c	2
Ca	1,5	1,65
Mg	0,37 ^a y 0,5 ^{b,c}	0,5
Acetato	3	0
Citrato	0	1
Cl	108,2 ^a , 109 ^b , 110 ^c	109,3
Glu (g/L)	1	1
Bicarbonato	34	34

^aG196; ^bG295; ^cG394.

9.3. Anexo 3. Figura 1. Efectos de los dializados con aditivos de citrato y acetato sobre el ADNmt libre de células y el sulfato de inosilo³⁰



9.4. Anexo 4. Figura 2. Producción de toxinas urémicas y consecuencias en el organismo³⁸

